



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Uso de cáscaras de *Colocasia esculenta* para la biosorción de plomo en aguas
subterráneas del Distrito de Mórrope**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORA:

Lilian Aurora, Garcia Quinde (ORCID: 0000-0002-9873-6985)

ASESOR:

Dr. Cesar Augusto, Monteza Arbulú, (ORCID: 0000-0003-2052-6707)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

Chiclayo – Perú

2020

Dedicatoria

A Dios por su infinito amor y bondad de permitirme lograr mis objetivos, brindándome salud e iluminar mi camino, mi corazón y mi mente.

A mis amados padres Noé García y Eduarda Quinde por su amor, paciencia, valores y su apoyo incondicional.

A mí abuelito José, que desde el cielo me ha guiado y protegido para seguir adelante cumpliendo mis metas.

A mis queridas hermanas Guisela y Esthefanny y a mi adorable sobrina Bryana, por ser las personas que me han motivado a superarme y nunca darme por vencida.

Lilian García.

Agradecimiento

A la Universidad César Vallejo y todo su personal Docente y Administrativo de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por los conocimientos, valores y su apoyo incondicional durante el transcurso de la carrera, dándonos la oportunidad de formarnos como profesionales y poder obtener el título de licenciatura y así seguir superándonos en nuestro ámbito tanto profesional como personal.

Al Ing. César Augusto Monteza Arbulú, por su asesoramiento, dedicación y conocimientos aportados en la elaboración de mi tesis.

A mis compañeros y amigos que siempre compartimos momentos de estudio durante nuestra estancia en la universidad.

Lilian García.

Página del Jurado

Declaratoria de autenticidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR

Yo, García Quinde Lilian Aurora, alumna de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo (filial Chiclayo), declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada "Uso de cáscaras de *Colocasia esculenta* para la biosorción de plomo en aguas subterráneas del Distrito de Mórrope", son:

1. De mi autoría.
2. La presente Tesis no ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
3. La Tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente.
4. Los resultados presentados en la Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 25 de agosto de 2020.

García Quinde Lilian Aurora.

DNI: 72086958

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	10
2.1. Tipo y diseño de Investigación.....	10
2.2. Operacionalización de variables.....	10
2.3. Población, Muestra y Muestreo.....	10
2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos validación y confiabilidad	11
2.5. Procedimiento	13
2.6. Método de análisis de datos	16
2.7. Aspectos éticos	16
III. RESULTADOS	17
3.1. Caracterización de la <i>Colocasia esculenta</i>	17
3.2. Resultados de la Prueba de Control.....	17
3.3. Resultados de los tratamientos de biosorción de plomo utilizando la cáscara pulverizada de la <i>Colocasi esculenta</i>	17
IV. DISCUSIÓN.....	23
V. CONCLUSIONES	24
VI. RECOMENDACIONES	25
REFERENCIAS	26
ANEXOS	32
Acta de aprobación de originalidad de tesis	46
Reporte de turnitin.....	47
Autorización de Publicación en Repositorio Institucional	48
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	49

Índice de tablas

Tabla 1. Composición de la Colocasia esculenta (L.) Schott.	7
Tabla 2. Rendimiento del proceso de obtención cáscara pulverizada de Colocasia esculenta	17
Tabla 3. Biosorción de plomo con cáscara pulverizada de Colocasia esculenta a pH 5.5 ..	18
Tabla 4. Biosorción de plomo con cáscara pulverizada de Colocasia esculenta a pH 4.5 ..	19
Tabla 5. Biosorción de plomo con cáscara pulverizada de Colocasia esculenta a pH 3.5 ..	20
Tabla 6. Biosorción de plomo con cáscara pulverizada de Colocasia esculenta a diferentes pH	21
Tabla 7. Eficiencia en la biosorción de plomo con dosis de cáscara pulverizada de Colocasia esculenta a diferentes pH.....	22

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama del proceso de obtención de cáscara pulverizada de la Colocasia esculenta.	14
Figura 2. Diagrama del proceso de biosorción de plomo con cáscara pulverizada de la Colocasia esculenta.....	16
Figura 3. Biosorción de plomo con cáscara pulverizada de Colocasia esculenta a pH 5.5	18
Figura 4. Biosorción de plomo con cáscara pulverizada de Colocasia esculenta a pH 4.5	19
Figura 5. Biosorción de plomo con cáscara pulverizada de Colocasia esculenta a pH 3.5	20
Figura 6. Biosorción de plomo con cáscara pulverizada de Colocasia esculenta a diferentes pH	21
Figura 7. Eficiencia en la biosorción de plomo con cáscara pulverizada de Colocasia esculenta a diferentes dosis y pH.....	22

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación, fue determinar la eficiencia del biosorbente de cáscara pulverizada de la *Colocasia esculenta* para la biosorción de plomo en las aguas subterráneas del Distrito de Mórrope. Teniendo como problema de investigación ¿Cuál será la eficiencia de la cáscara de la *Colocasia esculenta* en la biosorción de plomo en aguas contaminadas?

La muestra se obtuvo de uno de los pozos del Centro Poblado “Positos”, siendo enriquecida con $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ a una concentración de 2.4549 mg Pb/l. Para el proceso de biosorción se realizaron 9 pruebas utilizando 3 diferentes dosis de 0.3, 0.5 y 1 g de cáscara pulverizada de *Colocasia esculenta*, a 3 diferentes pH de 3.5, 4.5 y 5.5, con un tiempo de contacto de 60 min, 200 rpm a temperatura ambiente. La concentración final después del proceso de biosorción fue determinada por el método de Espectrometría de adsorción atómica de llama. Se obtuvo como resultados, que la mayor remoción de plomo fue con una dosis de 1 g a pH de 5.5, 4.5 y 3.5, disminuyendo a 0.2811 mg Pb/l, 0.364 mg Pb/l y 0.2019 mg Pb/l. En conclusión se demostró la gran eficiencia de la cáscara de la *Colocasia esculenta* en la adsorción de metales pesados.

Palabras claves: plomo, *Colocasia esculenta*, biosorción, pH, dosis, lignina

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the efficiency of the powdered shell biosorbent of *Colocasia esculenta* for lead biosorption in the underground waters of Morrope District. What will be the efficiency of the *Colocasia esculenta* shell in lead biosorption in contaminated water?

The sample was obtained from one of the wells of the “Positos” Village, being enriched with $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ at a concentration of 2.4549 mg Pb/l. For the biosorption process, 9 tests were carried out using 3 different doses of 0.3, 0.5 and 1 g of powdered shell of *Colocasia esculenta*, at 3 different pH of 3.5, 4.5 and 5.5, with a contact time of 60 min, 200 rpm at room temperature. The final concentration after the biosorption process was determined by the method of atomic adsorption spectrophotometry with flame. As a result, it was obtained that the greatest lead removal was at a dose of 1 g at a pH of 5.5, 4.5 and 3.5, decreasing to 0.2811 mg Pb/l, 0.364 mg Pb/l y 0.2019 mg Pb/l. In conclusion, the great efficiency of the *Colocasia esculenta* shell in the adsorption of heavy metals was demonstrated.

Keywords: lead, *Colocasia esculenta*, adsorption, pH, dose, lignin

I. INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos más abundantes del planeta e indispensable para el funcionamiento adecuado de los ecosistemas de la Tierra. Actualmente, este recurso se ha visto alterado por las diferentes actividades ya sean naturales o antropogénicas. Por otro lado, el crecimiento excesivo en su consumo está causando una serie de degradación de su calidad, debido a vertimientos de altas concentraciones de metales pesados como Pb, Mg, As y Cd, representando un grave problema en la calidad alimentaria y la salud pública.

A nivel mundial, el plomo es considerado un metal tóxico que se halla en pocas cantidades en la superficie de la tierra, el uso de este metal en cantidades extremas ha dado lugar a una importante degradación del ambiente, a pesar de su baja movilidad geoquímica se ha distribuido por todo el mundo. Al igual que otros metales, no es biodegradable y es más soluble en aguas blandas y ácidas, cuando se ingiere en pequeñas cantidades puede causar diversos problemas de salud, como enfermedades pulmonares, derrames cerebrales, problemas renales, presión arterial alta, náuseas, convulsiones, coma, insuficiencia renal y cáncer (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATDSR), 2007).

Según, la Organización Mundial de la Salud (OMS) los niños son más vulnerables a sus efectos neurotóxicos, ya que tienden a absorber 4 o 5 veces más plomo que los adultos (OMS, 2006), causando daños irreversibles como retraso en su crecimiento, menor coeficiencia intelectual, hiperactividad, discapacidad auditiva, trastornos en el comportamiento y problemas de aprendizaje (OMS, 2019).

La OMS considera al plomo como una de las diez sustancias químicas de mayor preocupación para la salud pública, causante de seiscientos mil casos nuevos de deficiencia intelectual en el mundo cada año (Téllez et al, 2017, p. 2).

Tianying, es uno de los centros de producción de plomo más grande de China, donde utilizan tecnología de bajo costo, realizando operaciones ilegales sin control de la contaminación. Esto ha ocasionado que altas concentraciones de plomo sean liberadas a la atmósfera y al suelo, superando los estándares de salud nacional (Engimía, 2018, "Tianying, China", párr.7).

Por otro lado, Kabwe, es una ciudad ubicada en el centro de Zambia, donde la actividad minera es una de las causantes de los altos niveles de contaminación por plomo, ya hace tres

décadas de contaminación descontrolada, ha dejado una ciudad envenenada con concentraciones altas de plomo en el agua y el suelo, siendo ahora una de las ciudades más contaminadas de África (Engimía, 2018, “Kabwe, Zambia”, párr. 11).

A nivel Nacional, la Oroya conocida como la capital metalúrgica de Sudamérica es considerada la quinta ciudad más contaminada del planeta, donde se viven niveles elevados de metales tóxicos en el cuerpo de 0.7 y 0.6 mg/l, superando de 6 a 7 veces los Límites Máximos Permisibles (LMP) (Noticieros Televisa, 2017, p. 1). Las emisiones tóxicas que liberaba la planta de refinación ha sido la principal responsable de los peligrosos y elevados niveles de plomo en la sangre. Esta actividad es responsable del 99% de plomo en sangre, principalmente en niños que viven cerca de esta zona. Considerándose esta localidad como un depósito de movimiento de metales tóxicos, haciendo desaparecer a su alrededor cualquier tipo de vida orgánica (Ubillus, 2003, p. 42).

Según, Bertolotti y Noé (2018), se hicieron estudios de concentración de plomo en la Región Ancash, tomando como muestra los músculos de peces y muestras de agua procedentes del río Santa, en las localidades de Catac, Taricá y Palmira de la ciudad de Huaraz. Según análisis obtenidos, las concentraciones de plomo encontrado en los músculos de los peces y en el agua fueron de 0.007, 0.007 y 0.01 mg/l, sobrepasando los niveles permitidos por la Comisión Reguladora Europea.

Por otro lado pobladores del AA.HH Virgen de Guadalupe en el Callao, manifestaron que sus hijos están contaminados por plomo, conteniendo niveles superiores a los 0.1mg/l de plomo en la sangre. Explicaron que sus hijos no podían dormir, tenían pérdida de apetito, falta de concentración, dolores de cabeza y retraso en su crecimiento. Para ello la Dirección Regional de Salud del Callao tras sacar muestras a 500 niños de la zona, afirmaron que todos contienen plomo en la sangre (America Noticias, 2018).

Según, el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), la Región Lambayeque, en el Distrito de Mórrope los pobladores están corriendo un grave riesgo de contaminación por As y Pb en las aguas subterráneas del Distrito, poniendo en riesgo la salud a más de 14 400 habitantes de la zona (Universidad Ricardo Palma, 2019).

Por otro lado, (Uturunco y Paredes, 2019), manifiesta que la Gerencia Regional de Salud Lambayeque (GERESA) hizo análisis físico químicos a once pozos en el Distrito de Mórrope realizado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), manifestando que el agua

subterránea no es apta para consumo humano y para las actividades agrícolas, debido a que se encuentra contaminada con plomo y cuyas concentraciones varían desde 0.016 hasta 0.044 mg/l, excediendo 2 a 4 veces los LMP. “Según los estándares de la OMS, nos indica que el nivel de plomo no deben exceder los 0,01 mg/l” (Ecofluidos Ingenieros S.A., 2012 pp. 6). Concluyendo que el plomo es una sustancia tóxica acumulativa que causa efectos neurológicos y conductuales (OMS, 2006, p. 313).

Tejada et al. (2016), en su artículo científico titulado “Aprovechamiento de Cáscaras de Yuca y Ñame para el Tratamiento de Aguas Residuales Contaminadas con Pb (II)”, se evaluó la capacidad de adsorción de plomo utilizando la yuca y el ñame como adsorbentes, modificada con C_6H_8O a una concentración 0.6 M, los experimentos de adsorción se realizaron con un tamaño de partícula de un rango de 0,5 mm a 1mm y un pH de 6 usando HCL y NaOH 1M, este proceso interactúa directamente con la lignina, hemicelulosa y la celulosa como grupos hidroxilo, adecuado para la adsorción de iones de metales pesados.. Finalmente se obtuvo una capacidad de adsorción por parte de la yuca 52.34 mg/g y del ñame 98.36 mg/g. En conclusión, la cáscara de ñame fue más eficiente debido a la mayor presencia de lignina lo que aumenta el número de grupos funcionales hidroxilos y carboxílicos que facilitan el proceso de carboxilación con el ácido cítrico creando más sitios disponibles para la adsorción del metal (p. 5).

Tejada et al. (2018), en su artículo de investigación titulado “Adsorción competitiva de plomo y Níquel sobre cáscara de ñame y bagazo de palma en sistema continuo”, se estudió la capacidad de adsorción de Ni y Pb usando cáscara de ñame y bagazo de palma como bioadsorbentes naturales. Para el diseño experimental los biomateriales se modificaron químicamente con ácido cítrico a concentración 0,6 M. Se prepararon dos soluciones a 100 ppm de níquel y plomo tomando 0,0799 g de Sulfato de níquel ($NiSO_4$) y Nitrato de plomo (NO_3)₂ disolviéndolo en 100 ml de H_2O , alcanzando capacidades de adsorción desde 92,58 mg/g y 98,04 mg/g respectivamente. Concluyendo que el bagazo de palma y la cáscara de ñame son bioadsorbentes eficientes en la remoción de níquel y plomo.

Por otro lado, Alvis et al. (2016), en su artículo titulado “Remoción de plomo de soluciones acuosas usando cáscara de yuca modificada con ácido cítrico”, se valió la capacidad de adsorción de la cáscara de yuca modificada con $C_6H_8O_7$. Se prepararon 2 soluciones de 100 ml a concentraciones de 75 mg/l y 40 mg/l de plomo; la mezcla se agitó por 60 min y 40 min. Los principales indicadores que se evaluaron en el proceso de adsorción de Pb (II)

fueron la temperatura y el tiempo de contacto. Los resultados muestran que se produjo una adsorción del metal de hasta el 95% con tiempos de equilibrio entre 20 y 25 minutos.

Según, Gonzales y Guerra (2016), en su tesis titulada “Influencia de la velocidad de agitación y la temperatura sobre la adsorción de plomo (Pb) y Zinc (Zn) con cáscara de plátano (*Musa Sapientum*), en las aguas residuales de laboratorios de análisis químico”, para su trabajo de investigación elaboraron un filtro utilizando como absorbente la cáscara pulverizada de plátano, con dos muestras a temperaturas de 35, 50, 65 y 80 °C y velocidades de agitación de 50 y 80 rpm. Con los resultados obtenidos se calculó el porcentaje de absorción en cada filtro, para Pb fue de 79,76 %; y para Zn fue de 66.37 %, comprobando que la cáscara de plátano tiene una capacidad de absorción para Pb y Zn en agua, siendo una alternativa viable para la eliminación de metales en aguas. También se comprobó que al aumentar la velocidad de agitación y la temperatura mejora la capacidad de absorción (p. 1).

Por otro lado Ganesh, et al. (2017), realizaron una investigación titulada “Eliminación biosortiva de plomo de soluciones acuosas en taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) como un bioadsorbente de bajo costo: estudios de caracterización, equilibrio, cinética y mecanismo de biosorción”, para este estudio se utilizó la *Colocasia esculenta* como un biosorbente natural para eliminar el plomo del agua. La biosorción óptima se produjo a un pH 5.5 - 7.00, con un tamaño de partícula de 0.150 mm y la dosis efectiva de biosorción se estimó en 0.9 g/l. Obteniendo una capacidad de adsorción máxima de 291.56 mg/l de plomo. El biosorbente junto con el procedimiento de bioabsorción desarrollado se aplicó con éxito para eliminar Pb (II) del agua. Además, la biosorción implica una cinética rápida. Por lo tanto, la aplicación práctica a gran escala de la *Colocasia esculenta* junto con el procedimiento desarrollado para las aguas ambientales podría ser interesante en términos de simplicidad, eficiencia y rentabilidad (p. 1).

En teoría relacionada tenemos que el plomo, es un metal pesado de origen natural (color gris azulado, blando y pesado), que tiene como número atómico 82, peso atómico 207.19, (Abadin et al, 2007). Se puede encontrar en la corteza terrestre, especialmente donde ocurren actividades volcánicas y meteorización geoquímica. Sin embargo la mayor parte proviene de actividades producidas por el hombre. (ATSDR, 2007). Este metal rara vez se encuentra como un metal, generalmente se encuentra combinado con otros metales para formar otros compuestos de plomo; sus depósitos de mineral son fácilmente accesibles y están ampliamente distribuidos en todo el mundo. Sus propiedades, como la resistencia a la

corrosión, la densidad y el bajo punto de fusión, lo convierten en un metal familiar en tuberías, soldaduras, pesas y acumuladores (Abadin et al, 2007).

Los compuestos del plomo son altamente reactivos y tóxicos para las células de las plantas, animales y humanos. Este metal es un contaminante para el ambiente ya que altera los ciclos naturales (Guzmán, 2013).

El plomo ingresa al organismo a través del sistema respiratorio y gastrointestinal, después de que el plomo es absorbido por el flujo sanguíneo, es transportado y unido a los glóbulos rojos. Este metal en la sangre tiene una vida media de 35 días, en tejido suave 40 días y en los huesos de 20 a 30 años. Aunque el plomo es desechado por diferentes vías (sudor y uñas), siendo la vía gastrointestinal y renal de más importancia. Por lo general el plomo es excretado lentamente por el cuerpo (teniendo una vida estimada de 10 años) (Ministerio de Salud, s.f).

Los metales pesados son elementos químicos que tienen un número atómico superior a 20, pesos atómicos mayores a 44,956 y una densidad superior a 5 veces mayor que el agua (Helmenstine, 2018).

Lenntech B.V, s.f., explica que los metales pesados son componentes naturales de la corteza de la tierra y no pueden ser degradados o destruidos. Se incorporan a nuestro organismo vía la ingesta de alimentos, agua y aire. Algunos metales pesados pueden ser esenciales (cobre, selenio, zinc) para mantener el metabolismo del cuerpo. Sin embargo en concentraciones altas pueden provocar envenenamiento.

La contaminación del agua es la acumulación de sustancias tóxicas y derrame de fluidos en un sistema hídrico alterando la calidad del agua (Ministerio del Ambiente, 2016), tanto superficiales como subterráneas. Actualmente la contaminación del agua por metales pesados se ha vuelto una problemática mundial, ya que en todo el mundo se vierten grandes cantidades de sustancias tóxicas provenientes de las diferentes actividades humanas.

Para tratar el agua contaminada con plomo en el Centro Poblado “Positos” del Distrito de Mórrope se utilizó el método de biosorción; teniendo como objetivo obtener un biosorbente a partir de la cáscara de la *Colocasia esculenta*, ya que este recurso puede ser aprovechado y valorizado para la preparación de este biosorbente, según estudios realizados por (Ganesh et al. 2017), este método es eficiente, económico y respetuoso con el ambiente porque no se utilizan productos químicos adicionales. Por otro lado, se han utilizado otros adsorbentes

sintéticos como resinas, polímeros, grafeno y nanotubos de carbono que han necesitados modificación química para incorporar grupos activos. Los adsorbentes sintéticos suelen ser materiales costosos siendo no adecuados para tratar grandes cantidades de agua.

El proceso que se llevó a cabo en nuestro trabajo de investigación fue la biosorción de plomo utilizando la cáscara pulverizada de la *Colocasia esculenta*, un proceso fisicoquímico que incluye los fenómenos de adsorción y absorción de moléculas o iones metálicos. La biosorción ocurre cuando los cationes de los metales se unen por interacciones electrostáticas a los sitios aniónicos que se encuentran en los biosorbentes. Estos sitios sirven como centros activos para la biosorción que se encuentran ubicados en los grupos de los carbixilos, hidroxilo, amino, sulfónico, que forman parte de la estructura de la mayoría de los polímeros de origen natural (Cardona et al, 2013).

Según, Milián Jiménez, (2018), la *Colocasia esculenta* es un tubérculo originario de China y Japón, adaptado perfectamente a los diversos climas del Continente Americano. En el Perú se lo puede encontrar en las zonas de selva y sierra, su consumo es a nivel local, sobre todo en las comunidades nativas o en aquellas que conocen de su uso altamente digestivo.

Su nombre varía según el país, como taro (Haití), malanga (Europa, Cuba, Puerto Rico, Honduras, Guatemala, México y España), ñame (Costa Rica, Colombia, Islas canarias), bituca, pituca, oncucha o unkucha (Perú), ocumo chino (Venezuela), Kalo (Hawai), cara (Brasil), yautía (República Dominicana), papa china (Ecuador). (Malanga o Taro - Qué es, Beneficios, Usos y más, s. f.)

Clasificación taxonómica de la *Colocasia esculenta*

De acuerdo con (Clasificación | PLANTAS DEL USDA, s.f.), la *Colocasia esculenta* se encuentra clasificada de la siguiente manera:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Liliopsida
- Orden: Arales
- Familia: Araceae
- Subfamilia: Aroideae
- Género: Colocasia Schott

- Especie: *Colocasia esculenta*
- Nombre científico: *Colocasia esculenta* (L.)Schott

Las propiedades nutritivas de la *Colocasia esculenta* según la (Organización de las Naciones Unidas, s.f.); es un excelente alimento energético por alto contenido de carbohidratos y proteínas, conteniendo un valor nutritivo igual que la papa y con mejor digestibilidad.

Tabla 1. Composición de la *Colocasia esculenta* (L.)Schott.

Análisis	% Reportado
Cenizas	4,85
Pectina	10,98
Lignina	27,73
Celulosa	13,08
Hemicelulosa	6, 47

Fuente: Tejada et al. (2016).

Según, Medellín et al. (2016), las biomásas con presencia de celulosa, lignina y hemicelulosa son favorables para la remoción de iones de metales pesados ya que estos representan diversos grupos funcionales que incrementan la remoción de estos contaminantes.

Así mismo, la lignina es la segunda materia prima natural más abundante del planeta. Teniendo como principal función consolidar las fibras de celulosa de las plantas. Por otro lado, la lignina es eficiente en los procesos de absorción y adsorción en agua contaminada por metales pesados, teniendo en cuenta variables como la concentración del metal, el pH, la temperatura, dosis del absorbente, tamaño de partícula y el tiempo de contacto. La capacidad de adsorción de la lignina también depende de la cantidad de los grupos superficiales como los metóxilos, hidroxilos, fenólicos y carboxilos los cuales pueden retener especies iónicas de diferente carga y tamaños. En la actualidad la lignina se ha convertido en un material interesante para el proceso de adsorción de metales por sus bajos costos (Gómez, Velásquez y Quintana, 2013, p. 1).

Algunos biosorbentes secos de organismos vegetales y animales poseen en su estructura polímeros como alginatos, lignina, celulosa, carragenano, quitina, quitosano, los cuales representan grupos funcionales como la aminas, amidas, carboxilatos, hidroxilos, fosfatos los cuales confieren la capacidad de fijar y retener especies metálicas (Ale Borja et al, 2015).

Por otro lado, Oré et al. (2015) considera al pH como uno de los parámetros más importantes en la capacidad de biosorción de un adsorbato sobre la superficie de la biomasa, ya que este influye en las interacciones electrostáticas superficiales entre las diferentes especies químicas del metal y la biomasa.

Según, Vargas, (s.f), la prueba de jarras es un procedimiento importante para regular los parámetros de los procesos de simulación floculación y coagulación promoviendo la remoción de materia orgánica y coloides suspendidos, como también optimizar las condiciones adecuadas como el pH, velocidad de agitación, dosis y tiempo de contacto, de acuerdo a las condiciones que el agua requiera en el tratamiento.

Para la determinación de plomo existen varios métodos como la espectrometría de adsorción atómica y la voltamperometría de separación anódica, siendo métodos que se usan con mayor frecuencia para determinar los niveles de plomo en el ambiente y en materiales biológicos, midiendo límites de detección de menos de 1 µg /l (World Health Organization, 2011, p. 13).

Para el trabajo de investigación se planteó el siguiente problema ¿Cuál será la eficiencia de la cáscara de la *Colocasia esculenta* en la biosorción de Pb en aguas contaminadas?

El propósito de este trabajo se debe a que el agua es un recurso natural indispensable para la supervivencia de los seres vivos y que hoy en día se ha convertido en un problema en el mundo debido al incremento de descargas de metales pesados. Teniendo como problemática en el distrito de Mórrope la contaminación de aguas subterráneas por plomo. Según, la Gerencia Regional de Salud de Lambayeque (GERESA) ha encontrado concentraciones altas de este metal excediendo los límites máximos permisibles para el consumo humano, poniendo en riesgo la salud de los pobladores del Distrito.

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación tiene por finalidad reducir la concentración de plomo presente en el agua, para mejorar la calidad de vida de los pobladores, como también ayudar en la exploración de bioadsorbentes naturales para el tratamiento de efluentes. En el caso de la cáscara de *Colocasia esculenta*, estas son desechadas, llamando la atención de su aprovechamiento para la remoción de plomo en cuerpos de agua.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo general

Determinar la eficiencia del biosorbente de cáscara pulverizada de la *Colocasia esculenta* para la biosorción de plomo en las aguas subterráneas del Distrito de Mórrope.

Como objetivos específicos tenemos

Analizar la concentración de plomo presente en las aguas subterráneas del Distrito de Mórrope.

Tratar el agua con las dosis de cáscara pulverizada de *Colocasia esculenta* y los pH óptimos.

Analizar la concentración de plomo después del tratamiento.

Identificar el pH y la dosis optima de cáscara pulverizada de *Colocasia esculenta* para la biosorción de plomo.

Hipótesis

Hipótesis nula (H_0): Ninguna de las dosis de cáscara pulverizada y ningún pH absorberán el plomo presente en el agua subterránea del Distrito de Mórrope.

Hipótesis alternativa (H_1): Algunas de las dosis de cáscara pulverizada y algunos pH absorberán el plomo presente en el agua subterránea del Distrito de Mórrope.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de Investigación

Tipo de Investigación: Experimental

Diseño: Cuasi Experimental

2.2. Operacionalización de variables

VD: Biosorción de plomo

VI: Dosis de cáscara pulverizada de *Colocasia esculenta* y pH

2.3. Población, Muestra y Muestreo

2.3.1. Población.

El agua subterránea contaminada por plomo en el Centro Poblado “Positos” del Distrito de Mórrope.

2.3.2. Muestra.

20 litros de agua contaminada por plomo en el Centro Poblado “Positos” del Distrito de Mórrope

2.3.3. Muestreo.

No probabilístico, muestreó por conveniencia

2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos validación y confiabilidad

2.4.1. Técnica de muestreo.

La muestra se recolecta de forma manual en uno de los pozos del Centro Poblado “Positos” del Distrito de Morrope. Se extrajo agua en un recipiente de 20 litros de capacidad, debidamente equipados con guardapolvo, guantes y mascarilla.

2.4.2. Técnica de análisis fisicoquímicos.

Determinación de pH: Método Electrométrico

La medición del pH es la determinación de la actividad del ion hidrógeno por medición potenciométrica utilizando un electrodo de hidrógeno estándar y un electrodo de referencia, dando características ácidas y básicas de agua. La medición del pH es una de las pruebas más importantes y de uso frecuente en la química del agua; prácticamente todas las fases del suministro de agua y el tratamiento de aguas residuales (Química del suelo y el agua, 2019).

Método de prueba de jarras

La prueba de jarras es un método que se utiliza para variaciones en las dosis del coagulante, ajuste del pH en cada muestra hasta llegar a los valores en los que la floculación alcanza sus mejores resultados, el tiempo de contacto y velocidad de agitación establecidos, ayudando en la reducción de los coloides en suspensión y materia orgánica; es decir, simula los procesos unitarios de coagulación, floculación y sedimentación (Dominguez, 2019).

Método para la determinación de plomo: Espectrometría de absorción atómica de llama

Técnica común para detectar metales pesados presentes en muestras, el primer paso es la atomización, proceso donde la muestra se volatiliza y descompone produciendo un gas atómico. Esta técnica se basa en el principio de que los metales absorben la luz a una longitud de onda específica, los iones metálicos en una solución se convierten en estado atómico por medio de una llama. Cuando se suministra luz de la longitud de onda correcta, se mide la cantidad de luz absorbida y se puede obtener una lectura de concentración, es una técnica cuantitativa muy precisa y también una

buena técnica cualitativa, siendo una de las principales razones por las que es un método de absorción atómica más utilizado. (Facultad de ciencias químicas, s.f.)

2.4.3. Instrumentos, materiales y equipos de recolección de datos.

Materiales de Campo

- Guantes
- Guardapolvo
- Mascarilla
- Cofia
- Recipiente con capacidad de 28 L
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica

Materiales de Laboratorio

- Vasos de precipitación de 50ml, 100ml, 250ml, 1000ml
- Agua destilada
- Pipetas y pro pipetas
- Matraz de Erlenmeyer
- Mortero
- Luna de reloj
- Tamices
- Varilla agitadora
- Papel filtro
- Gotero

Equipos de Laboratorio

- Espectofotómetro de adsorción atómica con llama
- Estufa
- pHmetro
- Balanza analítica
- Prueba de jarras
- Sistema de filtración

Reactivos

- (HCl) - Ácido clorhídrico.... 1M
- (NaOH) - Hidróxido de Sodio.... 1M
- (HNO)₃ - Ácido Nítrico
- Pb(NO₃)₂ - Nitrato de plomo

2.4.4. Validez y confiabilidad.

Para la validez de los análisis las muestras fueron analizadas por el Laboratorio de Control de Calidad SEDALIB S.A., una empresa acreditada por INACAL para realizar análisis de agua, por lo cual los resultados de las muestras fueron validados por el director del laboratorio y para las condiciones óptimas para la biosorción de plomo se realizaron en el laboratorio de Microbiología y Biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo, quien constato que los procedimientos realizados fueron los correctos.

2.5. Procedimiento

2.5.1. Procedimiento para la obtención de cáscara pulverizada de la *Colocasia esculenta*.

La cáscara de la *Colocasia esculenta* se lavó con agua corriente para eliminar impurezas y partículas extrañas. Luego, se pesaron 3.820 Kg del tubérculo para extraer la cáscara, la cual fue lavada dos veces con agua destilada por 3 horas para eliminar el oxalato de calcio una sustancia tóxica que podría interferir en el proceso de biosorción. Para eliminar la humedad se utilizó una estufa a una temperatura de 90 ° C por 6 horas. Para luego triturarla con molino, para que se haga más fácil poder pulverizarla, a la vez se contó con un mortero de ágata para obtener una partícula más fina, después se utilizó un tamiz N° 16 marca Elle International de malla de 250 µm para obtener un tamaño de partícula homogéneo, obteniendo 60 g de cáscara pulverizada y así poder emplearlo en el proceso de biosorción.

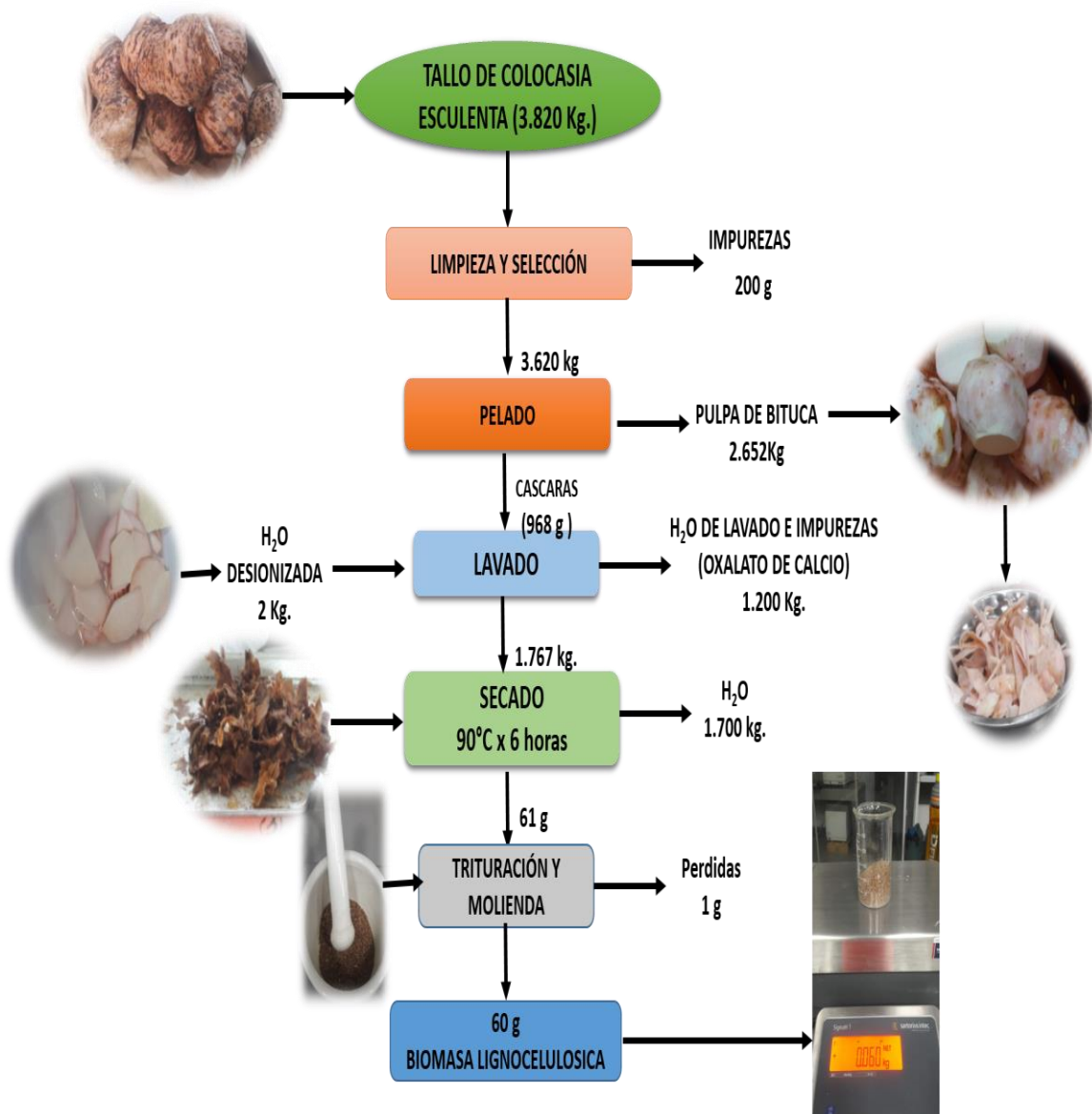


Figura 1. Diagrama del proceso de obtención de cáscara pulverizada de la *Colocasia esculenta*.

2.5.2. Determinación de pH.

Para la determinación del pH se utilizó la técnica de electrometría con un potenciómetro, ya que posee mayor sensibilidad, se calibro con soluciones buffer añadiendo 100 ml de la muestra en un vaso de precipitación, se colocó el electrodo del potenciómetro dentro del vaso, se esperó de 10 a 15 minutos hasta que registre los resultados. Para la regulación de los pH en cada muestra se utilizó HCl y NaOH y en cada medición se lavó el electrodo con agua destilada para obtener mejores resultados al momento de usarlo. Los vasos de precipitación que se utilizaron para la medición fueron de 1000 ml, regulando las muestras a diferentes pH de (5.5, 4.5, 3.5).

2.5.3. Prueba de biosorción de plomo en agua utilizando la cáscara pulverizada de la *Colocasia esculenta*.

Para el proceso de biosorción de agua contaminada con plomo se utilizó conjugaciones diferentes de dosis y pH. Para cada muestra se utilizó 700 ml de agua contaminada, teniendo en cuenta factores constantes como velocidad de agitación de 200 rpm, tiempo de contacto 60 min, con 3 dosis de cáscara pulverizada de la *Colocasia esculenta* (0.3, 0.5 y 1 g) y 3 valores de pH (3.5, 4.5 y 5.5).

2.5.4. Espectrometría de adsorción atómica de llama.

Los análisis de las muestras se realizaron en el Laboratorio Control de Calidad del SEDALIB S.A, donde se utilizó el método de espectrometría de adsorción atómica de llama, un método confiable en la determinación de metales pesados, ya que cuenta con una energía de transmisión electrónica única para cada metal, facilitando la investigación y la obtención de buenos resultados. Antes de realizar los análisis de las muestras, éstas fueron acidificadas con HNO₃ a un pH de 1.5.

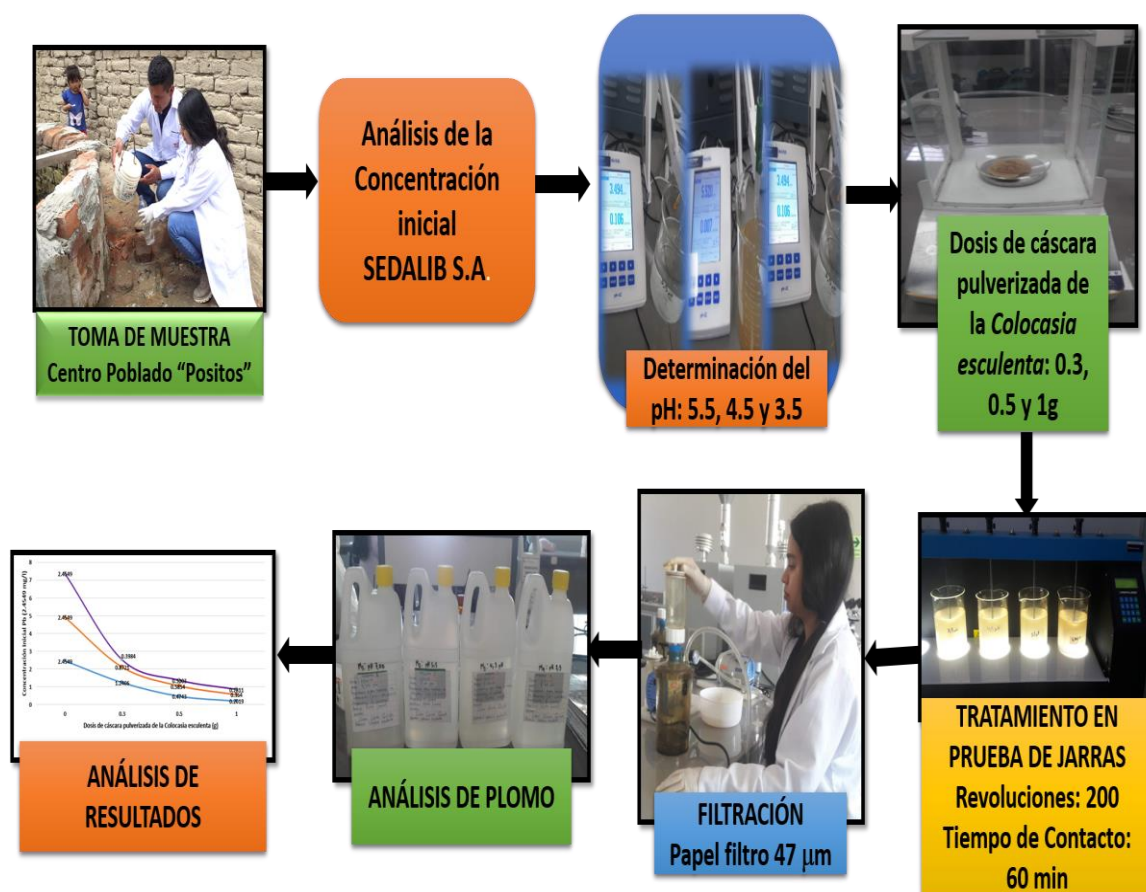


Figura 2. Diagrama del proceso de biosorción de plomo con cáscara pulverizada de la *Colocasia esculenta*.

2.6. Método de análisis de datos

Para analizar y procesar los datos obtenidos se utilizó la hoja de cálculo Excel, mediante tablas y gráficos, nos ayudó a ordenar los resultados obtenidos de todas las muestras realizadas en el laboratorio.

2.7. Aspectos éticos

La información y datos del presente trabajo de investigación fueron obtenidos de fuentes confiables, asesoramiento de profesionales capacitados y por investigación propia, como también se han tomado de referencia a fuentes nacionales, locales e internacionales, citadas correctamente, a medida del desarrollo de la investigación se obtendrán datos confiables.

III. RESULTADOS

3.1. Caracterización de la *Colocasia esculenta*

Rendimiento de la Cáscara de la *Colocasia esculenta*

Aplicación de la fórmula:

$$\%R = \frac{MF}{MI} * 100$$

Tabla 2. Rendimiento del proceso de obtención cáscara pulverizada de *Colocasia esculenta*

	MASA
MASA INICIAL (g)	968
MASA FINAL (g)	60
RENDIMIENTO DEL PROCESO (%)	6.20%

Fuente: Elaboración propia

3.2. Resultados de la Prueba de Control

La muestra de agua fue recolectada en el Centro Poblado “Los Positos”, Distrito de Mórrope, la cual se analizó la concentración inicial de plomo y sus parámetros físicos como pH, conductividad y temperatura. Según el resultado obtenido, se encontró una baja concentración de 0.001 mg Pb/l, por lo cual fue necesario enriquecer el agua con 0.195 g de Pb (NO₃)₂ obteniendo una concentración inicial de 2.4549 mg Pb/l. Según el Laboratorio Control de Calidad del SEDALIB S.A.

3.3. Resultados de los tratamientos de biosorción de plomo utilizando la cáscara pulverizada de la *Colocasi esculenta*

Para el proceso de biosorción de agua contaminada con plomo se utilizó tres dosis de la cáscara pulverizada de la *Colocasia esculenta* (0.3, 0.5, y 1g) a un tamaño de partícula de 250 µm, con tres valores de pH (5.5, 4.5, 3.5). Para cada tratamiento se utilizó 700 ml de agua contaminada con plomo, teniendo en cuenta el tiempo de contacto (60 min), temperatura ambiente, velocidad de agitación 200 rpm. A continuación mostraremos los resultados emitidos por el Laboratorio Control de calidad SEDALIB. S.A.

Tabla 3. Biosorción de plomo con cáscara pulverizada de *Colocasia esculenta* a pH 5.5

Concentración inicial de Pb en 700 ml de agua subterránea	Dosis de cáscara pulverizada de <i>Colocasia esculenta</i> (g)	Pb mg/l
2.4549 mg Pb/l	0.3	0.3984
	0.5	0.3003
	1	0.2811

Fuente: Laboratorio Control de Calidad (SEDALIB.S.A.).

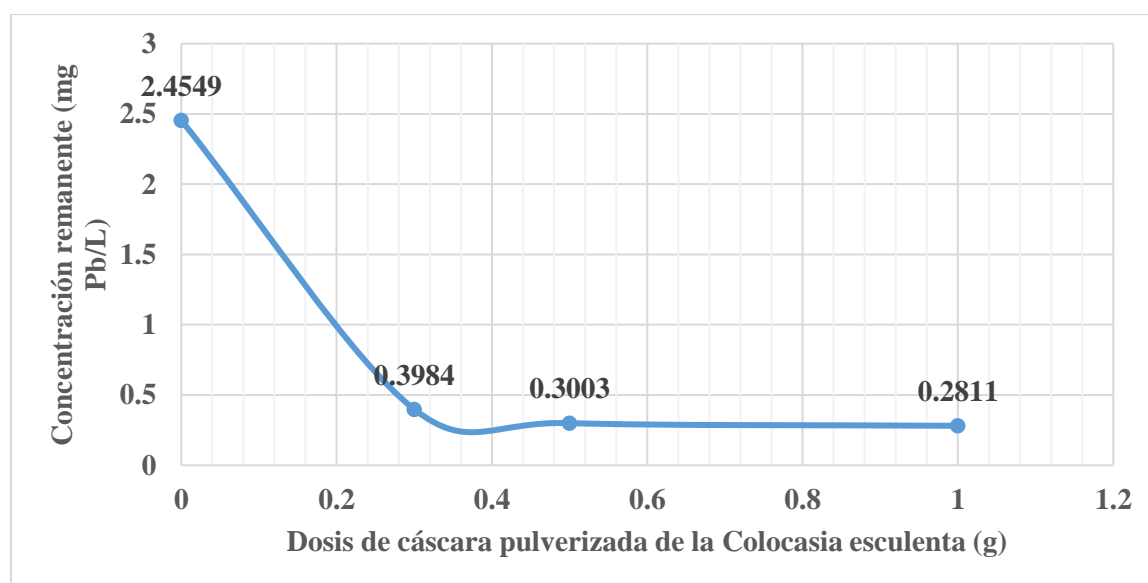


Figura 3. Biosorción de plomo con cáscara pulverizada de *Colocasia esculenta* a pH 5.5

En la siguiente figura se puede observar que los 3 tratamientos han tenido una reducción considerable de concentración de plomo, debido a la presencia de lignina en la cáscara pulverizada de la *Colocasia esculenta*, siendo la dosis de 1 g a pH de 5.5 la más eficiente en el proceso de biosorción, teniendo como resultado final 0.2811 mg Pb/l, con una remoción de 2.1738 mg Pb/l.

Tabla 4. Biosorción de plomo con cáscara pulverizada de *Colocasia esculenta* a pH 4.5

Concentración inicial de Pb en 700 ml de agua subterránea	Dosis de cáscara pulverizada de <i>Colocasia esculenta</i> (g)	Pb mg/l
2.4549 mg Pb/l	0.3	0.8721
	0.5	0.5854
	1	0.364

Fuente: Laboratorio Control de Calidad (SEDALIB.S.A.).

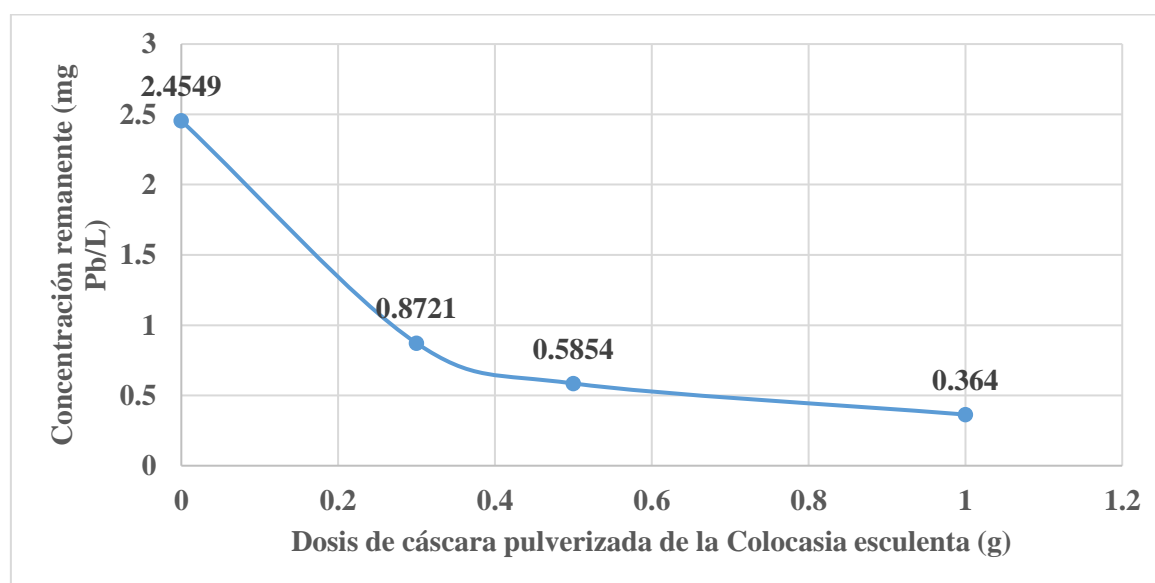


Figura 4. Biosorción de plomo con cáscara pulverizada de *Colocasia esculenta* a pH 4.5

En la siguiente figura se puede observar que los 3 tratamientos han tenido una reducción considerable de concentración de plomo, debido a la presencia de lignina en la cáscara pulverizada de la *Colocasia esculenta*, siendo la dosis de 1 g a pH de 4.5 la más eficiente en el proceso de biosorción, teniendo como resultado final 0.364 mg Pb/l, con una remoción de 2.0909 mg Pb/l.

Tabla 5. Biosorción de plomo con cáscara pulverizada de *Colocasia esculenta* a pH 3.5

Concentración inicial de Pb en 700 ml de agua subterránea	Dosis de cáscara pulverizada de <i>Colocasia esculenta</i> (g)	Pb mg/l
2.4549 mg Pb/l	0.3	1.2406
	0.5	0.4743
	1	0.2019

Fuente: Laboratorio Control de Calidad (SEDALIB.S.A.).

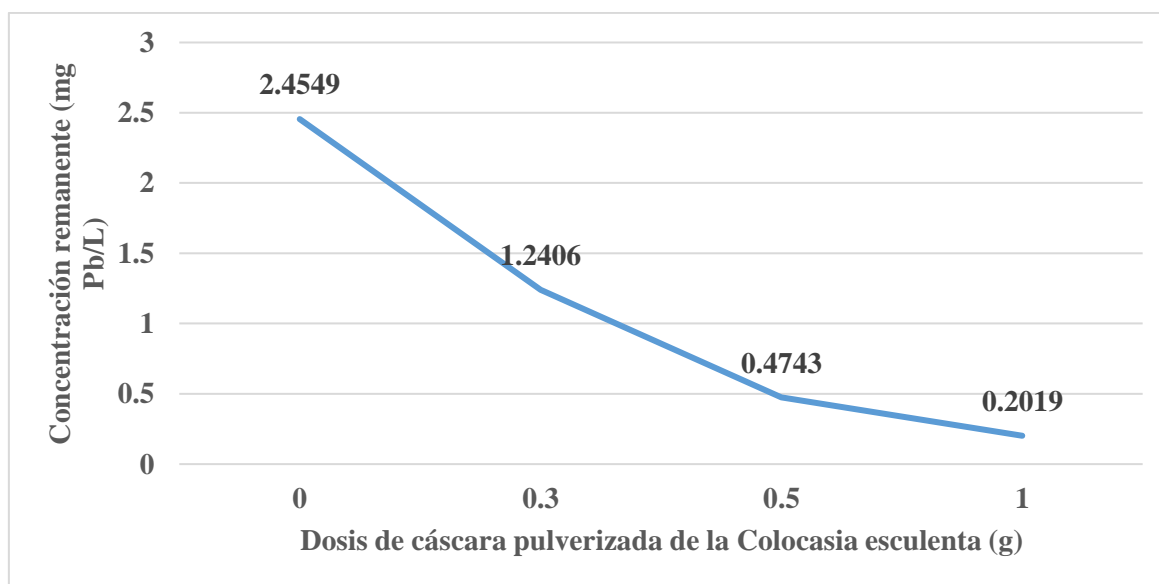


Figura 5. Biosorción de plomo con cáscara pulverizada de *Colocasia esculenta* a pH 3.5

En la siguiente figura se puede observar que los 3 tratamientos han tenido una reducción considerable de concentración de plomo, debido a la presencia de lignina en la cáscara pulverizada de la *Colocasia esculenta*, siendo la dosis de 1 g a pH de 3.5 la más eficiente en el proceso de biosorción, teniendo como resultado final 0.2019 mg Pb/l, con una remoción de 2.253 mg Pb/l.

Tabla 6. Biosorción de plomo con cáscara pulverizada de *Colocasia esculenta* a diferentes pH

Concentración inicial de Pb en 700 ml de agua subterránea	Dosis de cáscara pulverizada de <i>Colocasia esculenta</i> (g)	pH 3.5	pH 4.5	pH 5.5
2.4549 mg Pb/l	0.3	1.2406	0.8721	0.3984
	0.5	0.4743	0.5854	0.3003
	1	0.2019	0.364	0.2811
		Concentración final (mg Pb/l)		

Fuente: Laboratorio Control de Calidad (SEDALIB.S.A.).

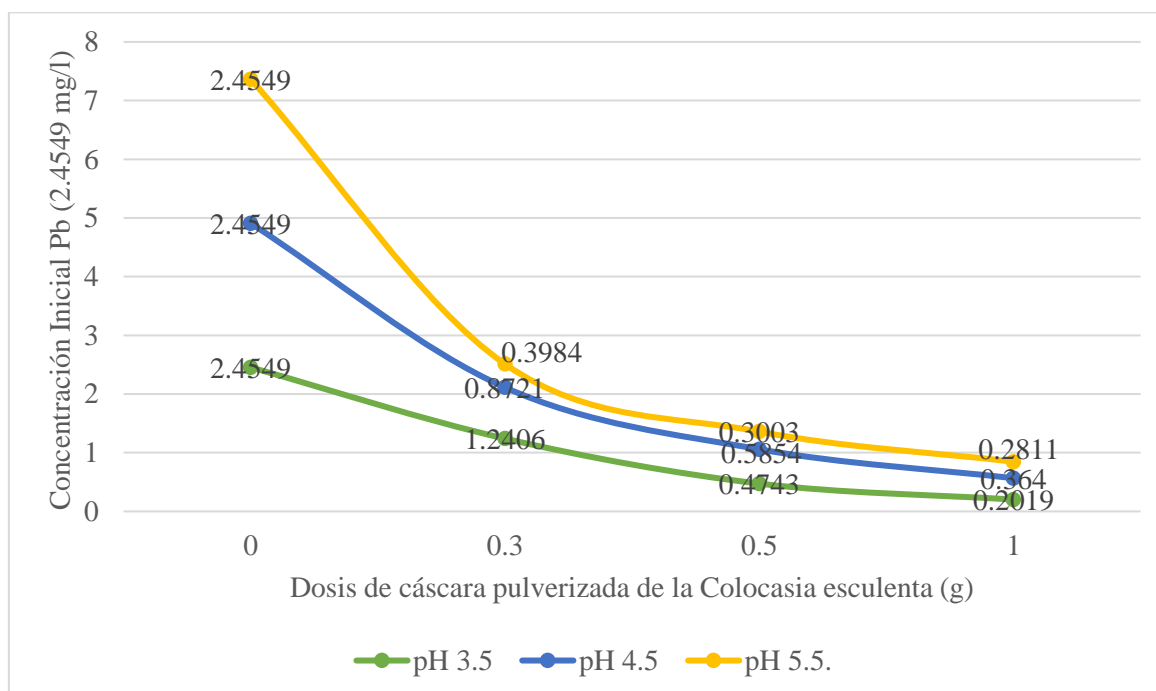


Figura 6. Biosorción de plomo con cáscara pulverizada de *Colocasia esculenta* a diferentes pH

En la siguiente figura se puede observar que de los 9 tratamientos, 3 han tenido una mayor remoción de concentración de plomo, siendo la dosis de 1 g a pH de 5.5, 4.5 y 3.5 los más eficiente en el proceso de biosorción, teniendo como resultado final 0.2811 mg Pb/l, 0.364 mg Pb/l y 0.2019 mg Pb/l respectivamente. Demostrando la gran eficiente de la cáscara de la *Colocasia esculenta* en la adsorción de metales pesados.

Tabla 7. Eficiencia en la biosorción de plomo con dosis de cáscara pulverizada de *Colocasia esculenta* a diferentes pH

N° de muestras	Concentración inicial de plomo mg/l	Dosis de cáscara pulverizada de <i>Colocasia esculenta</i> (g)	pH	Concentración final de plomo mg/l	Eficiencia de biosorción (%)
1	2.4549	1	5.5	0.2811	88.55
2		1	4.5	0.364	85.17
3		1	3.5	0.2019	91.78
4		0.5	5.5	0.3003	87.77
5		0.5	4.5	0.5854	76.15
6		0.5	3.5	0.4743	80.68
7		0.3	5.5	0.3984	83.77
8		0.3	4.5	0.8721	64.48
9		0.3	3.5	1.2406	49.46

Fuente: Laboratorio Control de Calidad (SEDALIB.S.A.).

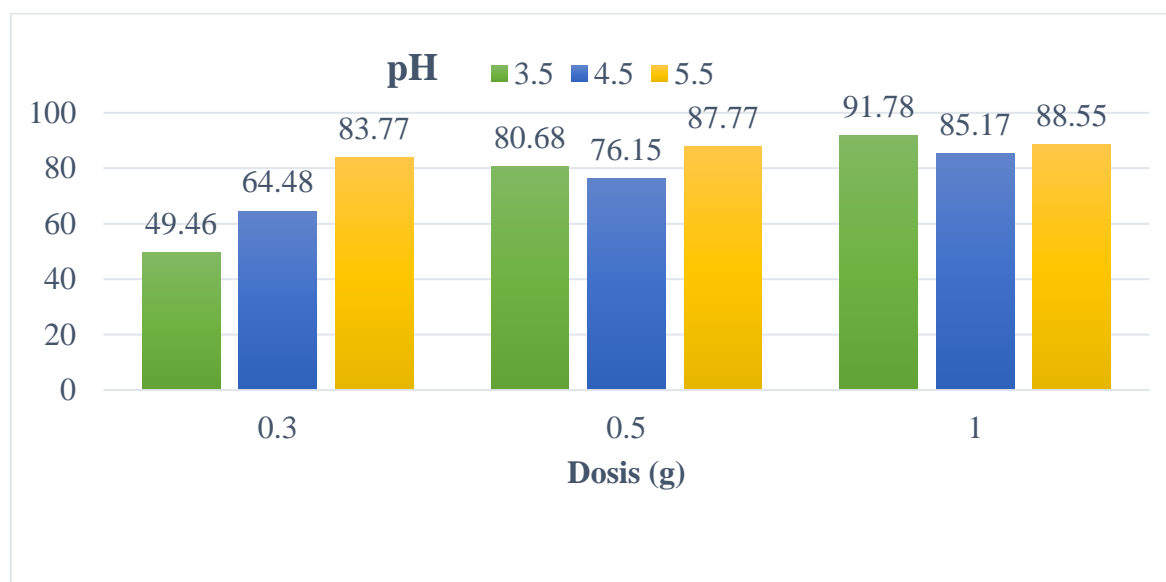


Figura 7. Eficiencia en la biosorción de plomo con cáscara pulverizada de *Colocasia esculenta* a diferentes dosis y pH

En la siguiente figura se puede observar que de los 9 tratamientos han tenido una buena remoción de plomo, sin embargo la mayor eficacia fue con una dosis de 1 g y pH 3.5, donde se obtuvo un 91.78 % de eficiencia, rescatando que a mayor dosis hay mejor adsorción de metales pesados.

IV. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación se presenta la eficiencia en la biosorción de plomo en agua contaminada a una concentración inicial de 2.4549 Pb mg/l, utilizando de cáscara pulverizada de la *Colocasia esculenta*, obteniendo una concentración final de 0.2019mg/l con un porcentaje de remoción del 91%, con una dosis de 1 g y un pH de 3.5.

Según los resultados de, Tejada et al. (2016), quienes buscaron remover plomo usando la cáscara de *Colocasia esculenta* y yuca, utilizaron 2 tratamientos, una modificada con ácido cítrico removiendo 98.36mg/g obteniendo una eficiencia del 96 % y la no modificada 362mg/g con la cáscara de *Colocasia esculenta*, teniendo en cuenta que ellos trabajaron a concentraciones (25, 50, 75 y 100 ppm). Estos datos corroboran el trabajo de investigación donde el biosorbente sin activarlo puede ser igual o más eficiente en el proceso de remoción de plomo.

Por otro lado, Ganesh et al. (2017), en su investigación utilizó la *Colocasia esculenta* pulverizada para remover plomo en agua de río, se observando que los mejores rangos donde aumento la remoción de plomo fueron en el pH 5.5 a 7.00 con un tamaño de partícula de 150 μm y una dosis de 0,9 g/l. Obteniendo una capacidad de adsorción de 291.56 mg/g. Siendo eficiente según menciona dicho autor y en cuanto a los resultados se obtuvo una concentración final de 0,2811mg Pb/l, utilizando un pH 5.5 y 1g de biosorbente, con un tamaño de partícula de 250 μm , la adsorción no fue igual de eficiente, rescatando que pudo influenciar el tamaño de partícula.

V. CONCLUSIONES

1. En el análisis de agua del Centro Poblado “Positos” se encontró una concentración de 0,001 mg Pb/l, por lo tanto el agua fue enriquecida con Pb (NO₃)₂, obteniendo una concentración inicial de 2.4549 mg/l.
2. Para el proceso de biosorción de agua contaminada con plomo se utilizaron tres dosis de 0.3, 0.5 y 1 g de cáscara pulverizada de la *Colocasia esculenta*, utilizando un tamiz con malla N°60 250 µm y pH de 3.5, 4.5 y 5.5.
3. Se obtuvo la mayor biosorción con 1 g de cáscara pulverizada de *Colocasia esculenta*, siendo la más eficiente de 0.2019mg Pb/l a pH 3.5, seguido de 0.2811mg Pb/l a pH 5.5 y finalmente 0.364mg Pb/l a pH 4.5.
4. Los resultados obtenidos demuestran que el pH y la dosis óptima para trabajar el proceso de biosorción es el pH 3.5 con una dosis de 1 g
5. Los resultados demuestran que la cáscara pulverizada de la *Colocasia esculenta* utilizada como biosorbente en la adsorción de plomo en aguas subterráneas, tiene un porcentaje de eficiencia del 91% en el tratamiento 3 con una dosis de 1 g y un pH de 3.5.

VI. RECOMENDACIONES

- 1.** Para llegar a los límites permisibles se recomienda utilizar dosis más altas de biomasa para absorber metales pesados.
- 2.** Se recomienda utilizar la *Colocasia esculenta* de forma natural en procesos de adsorción de metales pesados, ya que se ha demostrado que puede ser más eficiente sin tratamiento químico, siendo económico y eficiente a diferencia del tratamiento químico.
- 3.** Se recomienda realizar pruebas con pH neutro y alcalino.

REFERENCIAS

ABADIN [et al]. Perfil toxicológico del plomo. Atlanta (GA): Agencia para el Registro de Sustancias Tóxicas y Enfermedades (EE. UU.). [En línea]. Agosto 2007. [Citado el: 27 de Junio de 2019].

Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK158768/#S8>

AGENCIA para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). *Reseña Toxicológica del Plomo* (versión actualizada) (en inglés). 2007. Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública. . [Fecha de consulta: 20 de Mayo de 2019.].

AGENCIA para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). ToxFAQs™ - plomo(Leand). Department of Health and Human Services, Toxicological Profile for Lead. Atlanta : s.n., 2007. pp. 2.

Disponible en https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts13.html

ALVIS [et al]. Remoción de plomo de soluciones acuosas usando cáscara de yuca modificada con ácido cítrico. [En línea].2016. [Fecha de consulta: 20 de Mayo de 2019.]. Universidad del Atlántico

AMÉRICA Noticias. Callao: denuncian contaminación por plomo en sangre de niños de Mi Perú. 2018. [En línea]. 16 de Agosto de 2018. [Fecha de consulta: 14 de Mayo 2019]. Disponible en <https://www.america.com.pe/noticias/actualidad/callao-denuncian-contaminacion-plomo-sangre-ninos-mi-peru-n288171>

BERTOLOTI, Flavia y NOÉ, Norma. Concentración de plomo, mercurio y cadmio en músculo de peces y muestras de agua procedentes del Río Santa, Ancash - Perú. Universidad Nacional de San Marcos y la Universidad Peruana Cayetano Heredia . Huaraz : Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2018. págs. 35 - 41.

BIOADSORCIÓN de plomo (II) presente en solución acuosa sobre residuos de fibras naturales procedentes de la industria ixtlera (Agave lechuguilla Torr.Y Yucca carnerosana (Trel.) McKelvey). Medellín [et al]. 2016. s.l. : Revista Internacional de Contaminacion Ambiental.

CARDONA [et al]. 2013. Evaluación del poder biosorbente de cáscara de naranja para la eliminación de metales pesados, Pb (II) y Zn (II). Universidad Autónoma de Yucatán. [Citado el: 28 de Octubre de 2019].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/467/46729718001.pdf>

CLASIFICACIÓN | plantas del USDA. s.f. Clasificación de Kingdom Plantae Down to Species *Colocasia esculenta* (L.) Schott. [Citado el: 26 de Noviembre de 2019]. Disponible en

<https://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=profile&symbol=COES&display=31>

CONCENTRACIÓN de plomo, mercurio y cadmio en músculo de peces y muestras de agua procedentes del Río Santa, Ancash – Perú. Bertolotti, Flavia y Noé, Norma. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Huaraz, 2018.

DOMINGUEZ, Andrez. s.f. Potabilización y Tratamiento de Agua. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ingeniería. Disponible en https://www.academia.edu/34721453/_M%C3%A9todo_de_Jarras_

ECOFLUIDOS ingenieros S.A. Estudio de la calidad de fuentes utilizadas para consumo humano y plan de mitigación por contaminación por uso doméstico y agroquímicos en Apurímac y Cusco. Lima. Lima : s.n., 2012. pág. 105.

Disponible en <http://www1.paho.org/per/images/stories/PyP/PER37/15.pdf>

EMGIMIA. Los lugares más contaminados del mundo. Oscar, [En línea]. 2018. [Fecha de consulta: 17 de Junio 2019].

Disponible en <https://engimia.com/blog/los-lugares-mas-contaminados-del-mundo>

EQUILIBRIO de biosorción de plomo (II) y caracterización mediante FT-IR y SEM-EDAX en alga *Ascophyllum Nodosum*. Ale Borja, 2015. Lima : s.n., 21 de Julio de 2015, Revista de la Sociedad Química del Perú, Vol. 81.

FACULTAD de Ciencias Químicas. s.f. Lectura n° 9 “Espectrometría de absorción atómica”.

GANESH [et al]. Biosorptive removal of lead from aqueous solutions onto Taro(*Colocasia esculenta*(L.) Schott) as a low cost bioadsorbent: Characterization, equilibria, kinetics and biosorption-mechanism studies. [En línea]. 14 de Abril de 2017. [Fecha de

consulta: 14 de Mayo]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/316145116_Biosorptive_removal_of_lead_from_aqueous_solutions_onto_Taro_ColocasiaesculentaL_Schott_as_a_low_cost_bioadsorbent_Characterization_equilibria_kinetics_and_biosorption-mechanism_studies.

GONZALES y Guerra. Influencia de la velocidad de agitación y la temperatura sobre la adsorción de plomo (Pb) y zinc (Zn) con cáscara de plátano (*Musa Sapientum*), en las aguas residuales de laboratorios de análisis químico. Tesis (Ingeniero Metalurgista). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. 2016. Disponible en <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/8756/GONZALES%20JIMENEZ%2C%20ALEJANDRO%20EDER%3B%20GUERRA%20MORENO%2C%20JULIO%20CESAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GUZMÁN, Isaza. Efecto del plomo sobre la imbibición, germinación y crecimiento de *Phaseolus vulgaris* L. y *Zea mays* L. [En línea]. 23 de Julio 2013. [Fecha de consulta: 14 de Octubre].

Disponible en <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/114/472> ISSN 2074-8647

HELMENSTINE, Anne Marie. Definición y lista de metales pesados. [En línea]. 29 de Septiembre de 2018.

Disponible en <https://www.thoughtco.com/definition-of-heavy-metal-605190>

LENNTech B.V. Metales pesados. [En línea]. s.f. [Citado el: 24 de Agosto de 2019]. Disponible en <https://www.lenntech.es/metales-pesados.htm>

LIGNINA como adsorbente de metales pesados [*et al*]. 2013. núm 2, Medellín : s.n., Julio de 2013, Revista Investigaciones Aplicadas, Vol.7, pp. 2 - 12.

LIDIA de Vargas. s.f.. Criterios para la selección de los procesos y de los parámetros óptimos.

MALANGA o Taro - Qué es, Beneficios, Usos y más. s.f. [Fecha de consulta: 12 de Octubre 2019]. Disponible en: <http://www.ecured.cu/Malanga>

MILIÁN Jiménez, Marilys. Recursos Genéticos de la Malanga del género *Xanthosoma* Schott en Cuba. [En línea]. Abril-Junio de 2018. [Citado el: 27 de Mayo de 2019.] Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v39n2/ctr19218.pdf>.

MINISTERIO de Salud. Modelo metabólico del plomo en el ser humano. [En línea]. s.f. Lima, [Citado el: 3 de Julio de 2019]. Disponible en http://www.digesa.minsa.gob.pe/DSO/SALUD%20OCUPACIONAL%20TRIPTICOS/TRIPTICO_PREVENCION_PLOMO_3.pdf

MINISTERIO del Ambiente. 2016. Aprende a prevenir los efectos del mercurio. [Citado el: 18 de Junio de 2019]. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-3.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-3.pdf>

NOTICIEROS Televisa. La Oroya, Perú, la ciudad del plomo y la quinta más contaminada del mundo. [Fecha de consulta: 23 de Junio]. 2017.

ORÉ [*et al.*] 2015. Biosorción de Pb (II) de aguas residuales de mina usando el marlo de maíz (*Zea mays*). [En línea] Junio de 2015. [Citado el: 20 de Mayo de 2019.]. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2015000200005&script=sci_arttext.

ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud. Intoxicación por plomo y salud. [En línea]. 23 de agosto 2019. [Fecha de consulta: 15 de Junio de 2019]. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health#>

ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable. [En línea]. 2006. [Fecha de consulta: 18 de Agosto 2019]. Disponible en https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf

ORGANIZATION, World Health. Lead in Drinking-water. 14 de Junio 2011. pp. 13. Documento de antecedentes para el desarrollo de Directrices de la para la calidad del agua potable. Disponible en https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/lead.pdf

ORGANIZACIÓN de las Naciones Unidas. s.f. La agricultura amazónica y caribeña. [Citado el: 21 de Agosto de 2019]. Disponible en http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro09/Cap4_8.htm

QUÍMICA del suelo y el agua (2+1). 2010. Determinación del pH por método electrométrico. [En línea]. 11 de Mayo de 2010.

Disponible en <http://ecoursesonline.iasri.res.in/mod/page/view.php?id=39590>

TEJADA, Candelaria, MONTIEL, Zaida y ACEVEDO, Diofanor. Aprovechamiento de Cáscaras de Yuca y Ñame para el Tratamiento de Aguas Residuales Contaminadas con Pb(II). [en línea] Febrero de 2016, n°1. [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2019]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v27n1/art03.pdf>.

TEJADA [et al.]. Adsorción competitiva de plomo y níquel sobre cáscara de ñame y bagazo de palma en sistema continuo.[en línea]. 2018. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial [Fecha de consulta: 20 de Mayo de 2019.]

TÉLLEZ, Martha [et al.]. Intoxicación por plomo y nivel de marginación en recién nacidos de Morelo, México. *Salud Publica de Mexico* [en línea]. Mayo-Junio 2017, n°59. [Fecha de consulta: 13 de Mayo 2019].

Disponible en <https://scielosp.org/article/spm/2017.v59n3/218-226/>

UBILLUS Limo, Julio. Estudio sobre la presencia de plomo en el Medio Ambiente de Talara en el año 2003. Facultad de Ingeniería Química. UNMSM. Lima. [En línea]. 2003. [Citado el: 21 de Abril 2019]. Disponible en http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/ubillus_lj/cap3.pdf

UNIVERSIDAD Ricardo Palma. Revista Naturaleza Interior "Cuidando nuestro medio ambiente y la vida". Contaminación por arsénico en el agua del Distrito de Mórrope en Lambayeque requiere una Solución Integral. [En línea]. 2019. [Fecha de consulta: 15 de Julio 2019].

Disponible en <http://www.naturalezainterior.org.pe/index.php/responsabilidad-ambiental/item/1323-contaminacion-por-arsenico-en-el-agua-del-distrito-de-morrope-en-lambayeque-requiere-una-solucion-intergral>

UTURUNCO, Paredes. Contaminación por arsénico y plomo en el agua subterránea del distrito de Mórrope – Lambayeque. [En línea]. INDECI, COEN. 5 de Marzo 2019. [Fecha de consulta: 15 de Mayo 2019].

Disponible en <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/04/INFORME-DE-EMERGENCIA-N%C2%BA-456-13ABR2019-CONTAMINACI%C3%93N-DE->

ARS% C3% 89NICO-Y-PLOMO-EN-EL-AGUA-EN-EL-DISTRITO-DE-
M% C3% 93RROPE-LAMBAYEQUE-39.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

Variable(s)	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Índice
VD: Biosorción de plomo	El plomo es un metal tóxico que se encuentra en pocas cantidades en la corteza terrestre, actualmente la presencia de este metal en el agua se ha convertido una amenaza para los seres vivos, ya que tiene la capacidad de acumularse por largo tiempo en los organismos vivos, causando graves problemas, tanto ambientales como en la salud pública, para ello se han experimentado nuevas tecnologías sostenibles para la remoción de metales pesados, de manera que reemplacen los métodos convencionales de tratamiento de aguas contaminadas, mediante el uso de residuos agrícolas como bioadsorbentes de bajo costo, eficiente y reutilizables. (Tejada et al, 2018)	Para determinar la concentración de plomo antes y después del proceso de biosorción en las aguas subterráneas del Centro poblado “Positos” del Distrito de Mórrope se utilizó el método de Espectrometría de adsorción atómica con llama, para después aplicar el método de biosorción con la cáscara pulverizada de la <i>Colocasia esculenta</i> , ya que este biosorbente cuenta con grupos activos como la lignina, celulosa y hemicelulosa.	✓ Conc entra ción	✓ mg/l
VI: Dosis de cáscara pulverizada de <i>Colocasia esculenta</i> y pH	La cáscara pulverizada de la <i>Colocasia esculenta</i> es un biosorbente natural con presencia de celulosa, lignina y hemicelulosa, favorables para la remoción de metales pesados. La dosis y el pH son parámetros que influyen en el proceso de biosorción.	Se realizó la prueba de jarras, lo cual consiste en agitar las muestras de 700 ml, a cada muestra se le añadirá diferentes dosis de cáscara pulverizada de <i>Colocasia esculenta</i> y se optimizara los pH.	✓ Dosis ✓ pH	g/l adimensiona 1

Anexo 3. Registro fotográfico



Tubérculo de la *Colocasia esculenta*



Cáscara de la *Colocasia esculenta*



Cáscara seca de la *Colocasia esculenta*



Trituración de la cáscara de la *Colocasia esculenta*



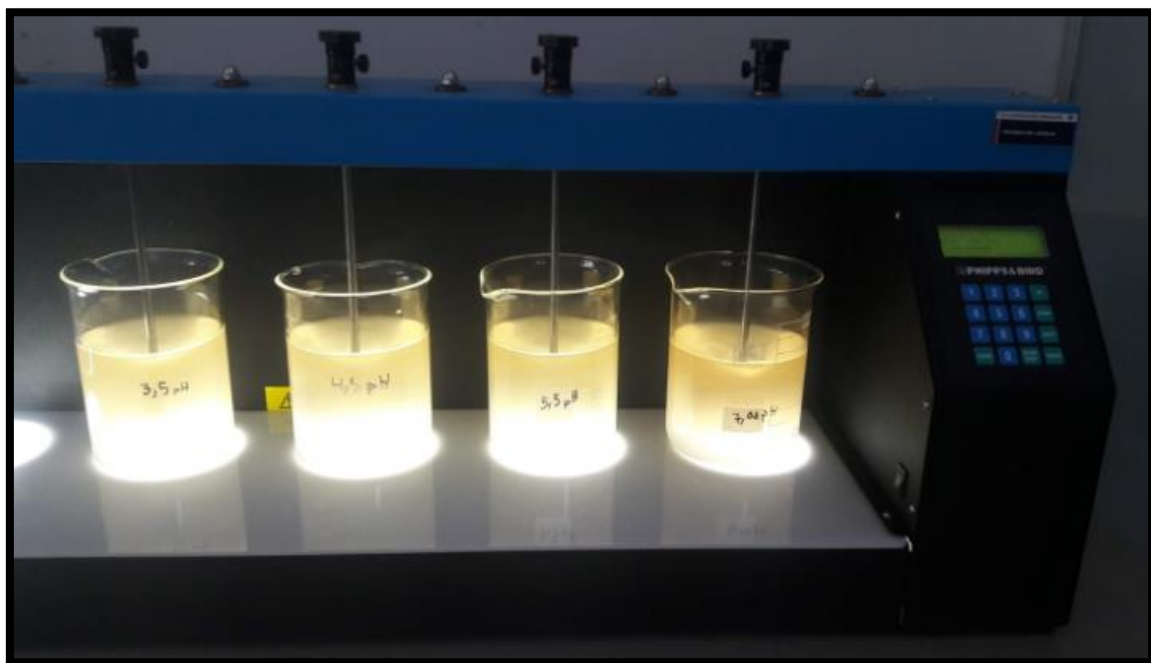
Tamizado de la cáscara pulverizada de la *Colocasia esculenta*



Toma de muestra de agua



Dosificación y regulación de pH



Prueba de jarras



Filtración



Muestras después del tratamiento

Anexo 3: Resultado de análisis de la muestra patrón de agua contaminada con plomo realizada por el Laboratorio Control de Calidad SEDALIB S.A.



INFORME DE ENSAYO

IE01119087

Identificación del Cliente

Cliente:	LILIAN GARCIA QUINDE	Dirección:	AV. BOLOGNESI-435-CHICLAYO
Ensayo solicitado por:	LILIAN GARCIA QUINDE	email:	liliangg.2806@gmail.com
Teléfonos:	969029106	Fax:	-

Identificación de la Muestra

Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	MUESTRA AGUA FORTIFICADA CON PLOMO - DISTRITO DE PIMENTEL - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE		
Tipo de muestra:	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:	
Tipo de toma de muestra:	MANUAL	LAS MUESTRAS DEBEN SER REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE $\leq 6^{\circ}\text{C}$. PARA PLOMO, DEBEN SER PRESERVADAS CON HNO_3 A $\text{pH} < 2$.	
Responsable del muestreo:	LILIAN GARCIA QUINDE (CUENTE EXTERNO)		

Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	06 DE NOVIEMBRE DEL 2019	Inicio de Análisis:	6	NOVIEMBRE	2019
Responsable de la recepción:	YESSENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	7	NOVIEMBRE	2019
Número de Orden de Trabajo:	OT01119099	Emisión del Informe:	8	NOVIEMBRE	2019
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICO	Condición ambiental del ensayo:	Temp.	25.2	$^{\circ}\text{C}$
			Humid.	52	%
Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:					
LAS MUESTRA LLEGÓ EN UN FRASCO DE PLÁSTICO DE 1L REFRIGERADA Y ACIDIFICADA A $\text{pH} = 1.5$					

Objeto de petición de los ensayos

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
PLOMO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3111 B, 23rd Ed. 2017 Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry, Direct Air-Acetylene Flame Method



INFORME DE ENSAYO

IE01119087

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:

Código Cliente	Muestra - 1		
Código Laboratorio	01119089.001		
Tipo de Matriz	AGUA DE PROCESO		
Descripción	MUESTRA DE AGUA FORTIFICADA CON PLOMO		
Fecha de muestreo	5/11/2019		
Hora de muestreo	15:00		
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental	-	
	Agua	-	
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados
PLOMO	mg Pb/L	0.0050	2.4549

LDM: Límite de Detección del Método

OBSERVACIONES

- * El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC - SEDALIB S.A., no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- * La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- * Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- * La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- * El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.
- * Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- * Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Armando Araya Jarama
 Director del Laboratorio
 LCC SEDALIB S.A.

Director del LCC-SEDALIB S.A.

Anexo 4. Resultados de los análisis de agua contaminada con plomo realizada por el Laboratorio Control de Calidad SEDALIB S.A.



INFORME DE ENSAYO

IE01119098

Identificación del Cliente

Cliente:	LIJAN AURORA GARCIA QUINDE	Dirección:	AV. BOLOGNESI-435-CHICLAYO
Ensayo solicitado por:	LIJAN AURORA GARCIA QUINDE	email:	lilliang.2806@gmail.com
Teléfonos:	969029106	Fax:	-

Identificación de la Muestra

Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	MUESTRA AGUA TRATADA CON COLOCASIA ESCULENTA - DISTRITO DE PIMENTEL - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE		
Tipo de muestra:	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:	
Tipo de toma de muestra:	MANUAL	LAS MUESTRAS DEBEN SER REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE $\leq 6^{\circ}\text{C}$. PARA PLOMO, DEBEN SER PRESERVADAS CON HNO_3 A $\text{pH} < 2$.	
Responsable del muestreo:	LIJAN GARCIA QUINDE (CLIENTE EXTERNO)		

Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	11 DE NOVIEMBRE DEL 2019	Inicio de Análisis:	12	NOVIEMBRE	2019
Responsable de la recepción:	YESSENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	12	NOVIEMBRE	2019
Número de Orden de Trabajo:	OT01119106	Emisión del Informe:	14	NOVIEMBRE	2019
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICO	Condición ambiental del ensayo:	Temp.	24.8	°C
			Hum. rel.	51	%
Descripción del estado de la muestra a la recepción: en LEO:					
LAS MUESTRA LLEGÓ EN UN FRASCO DE PLÁSTICO DE 1L REFRIGERADA Y ACIDIFICADA A pH=1,5					

Objeto de petición de los ensayos

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
PLOMO	SMWW-APHA-AWWA-WEF Part 3111 B, 23rd Ed. 2017 Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Direct Air-Acetylene Flame Method



INFORME DE ENSAYO

IE01119098

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:

Código Cliente			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Código Laboratorio			01119105.001	01119105.002	01119105.003	01119105.004
Tipo de Matriz			AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO
Descripción			MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 1 g. DE CASCARA DE COLOCASIA ESCUELETA	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 0.5 g. DE CASCARA DE COLOCASIA ESCUELETA	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 0.5 g. DE CASCARA DE COLOCASIA ESCUELETA	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 0.3 g. DE CASCARA DE COLOCASIA ESCUELETA
Fecha de muestreo			9/11/2019	9/11/2019	9/11/2019	9/11/2019
Hora de muestreo			14:30	14:30	14:30	14:30
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental		-	-	-	-
	Agua		-	-	-	-
Ensayo de Laboratorio		Unidad	LDM	Resultados	Resultados	Resultados
PLOMO		mg Pb/L	0.0050	0.2811	0.5437	0.3003
						0.3584

LDM: Límite de Detección del Método

OBSERVACIONES

- * El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC - SEDALIB S.A., no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- * La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- * Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- * La Incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- * El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.
- * Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- * Los materiales o muestras sobre los que se realizan los ensayos se conservarán en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Antonio Augusto Jaramar
 Ing. Químico
 Director del Laboratorio

INFORME DE ENSAYO

IE01119122

Identificación del Cliente

Cliente:	LILIAN AURORA GARCIA QUINDE	Dirección:	AV. BOLOGNESI - 435 - CHICLAYO
Ensayo solicitado por:	LILIAN AURORA GARCIA QUINDE	email:	liliangq.2806@gmail.com
Teléfonos:	969029106	Fax:	-

Identificación de la Muestra

Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	MUESTRA AGUA TRATADA CON COLDOCASIA ESCULENTA - DISTRITO DE PIMENTEL - PROVINCIA DE CHICLAYO DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE		
Tipo de muestra:	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:	
Tipo de toma de muestra:	MANUAL	LAS MUESTRAS DEBEN SER REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE $\leq 6^{\circ}\text{C}$. PARA PLOMO, DEBE SER PRESERVADAS CON HNO_3 A $\text{pH} < 2$.	
Responsable del muestreo:	LILIAN AURORA GARCIA QUINDE (CLIENTE EXTERNO)		

Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	19 DE NOVIEMBRE DEL 2019	Inicio de Análisis:	19	NOVIEMBRE	2019
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	20	NOVIEMBRE	2019
Número de Orden de Trabajo:	OT01119121	Emisión del Informe:	22	NOVIEMBRE	2019
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICO	Condición ambiental del ensayo:	Temp.	25.3	$^{\circ}\text{C}$
			Humid.	52	%
Descripción del estado de la muestra a la recepción en LEC:					
LA MUESTRA LLEGÓ EN UN FRASCO PLASTICO DE 1 L. REFRIGERADA PRESERVADA A UN $\text{pH}=1.5$					

Objeto de petición de los ensayos

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
PLOMO	SMENWW-APHA-AWWA-WEF Part 3111 B, 23rd Ed. 2017 Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Direct Air-Acetylene Flame Method



INFORME DE ENSAYO

IE01119122

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS:

Código Cliente			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Código Laboratorio			01119121.001	01119121.002	01119121.003	01119121.004
Tipo de Matriz			AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO
Descripción			MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 0.5 g DE CASCARA DE COLOCASIA ESCULENTA pH=3.5	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 0.5 g DE CASCARA DE COLOCASIA ESCULENTA pH=4.5	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 0.3 g DE CASCARA DE COLOCASIA ESCULENTA pH=3.5	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 0.3 g DE CASCARA DE COLOCASIA ESCULENTA pH=4.5
Fecha de muestreo			18/11/2019	18/11/2019	18/11/2019	18/11/2019
Hora de muestreo			12:30	12:30	12:30	12:30
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental		-	-	-	-
	Agua		-	-	-	-
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
PLOMO	mg Pb/L	0.0050	0.4743	0.5854	1.2406	0.8721

LDM: Límite de Detección del Método

OBSERVACIONES

- * El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC - SEDALIB S.A., no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- * La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- * Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- * La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- * El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.
- * Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- * Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservarán en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Armando Arroyo Jimenez
 Director del LCC-SEDALIB S.A.

Director del LCC-SEDALIB S.A.

INFORME DE ENSAYO

IE01119104

Identificación del Cliente

Cliente:	LILIAN AURORA GARCIA QUINDE	Dirección:	AV. BOLOGNESI - 435 - CHICLAYO
Ensayo solicitado por:	LILIAN AURORA GARCIA QUINDE	email:	lilianaq_2806@gmail.com
Teléfonos:	989029106	Fax:	-

Identificación de la Muestra

Dirección del Punto de muestreo o procedencia:	MUESTRA AGUA TRATADA CON COLOCASIA ESCULENTA - DISTRITO DE PIMENTEL - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE		
Tipo de muestra:	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:	
Tipo de toma de muestra:	MANUAL	LAS MUESTRAS DEBEN SER REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE $\leq 6^{\circ}\text{C}$. PARA PLOMO, DEBEN SER PRESERVADAS CON HNO_3 A $\text{pH} < 2$.	
Responsable del muestreo:	LILIAN AURORA GARCIA QUINDE (CUENTE EXTERNO)		

Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	14 DE NOVIEMBRE DEL 2019	Inicio de Análisis:	14	NOVIEMBRE	2019
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	15	NOVIEMBRE	2019
Número de Orden de Trabajo:	OT01119115	Emisión del Informe:	19	NOVIEMBRE	2019
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICO	Condición ambiental del ensayo:	Temp.	24.8	$^{\circ}\text{C}$
			Humid.	51	%
Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:					
LA MUESTRA LLEGÓ EN UN FRASCO PLASTICO DE 1 L. REFRIGERADA PRESERVADA A UN $\text{pH}=1.5$					

Objeto de petición de los ensayos

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
PLOMO	SMENW-APHA-AWWA-WEF Part 3111 B, 23rd Ed. 2017 Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry, Direct Air-Acetylene Flame Method



INFORME DE ENSAYO

IE01119104

RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS:

Código Cliente	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4		
Código Laboratorio	01119115.001	01119115.002	01119115.003	01119115.004		
Tipo de Matriz	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO	AGUA DE PROCESO		
Descripción	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 1 g DE COLOCASIA ESCUELETA pH=7.0	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 1 g DE COLOCASIA ESCUELETA pH=5.5	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 1 g DE COLOCASIA ESCUELETA pH=4.5	MUESTRA DE AGUA TRATADA CON 1 g DE COLOCASIA ESCUELETA pH=3.5		
Fecha de muestreo	13/11/2019	13/11/2019	13/11/2019	13/11/2019		
Hora de muestreo	15:00	15:00	15:00	15:00		
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental	-	-	-		
	Agua	-	-	-		
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
PLOMO	mg Pb/L	0.0050	0.844	0.6724	0.3640	0.2019

LDM: Límite de Detección del Método

OBSERVACIONES

- * El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC - SEDALIB S.A., no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- * La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- * Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- * La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- * El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.
- * Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- * Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservarán en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.


 Armando Arango
 Director del Laboratorio
 LCC - SEDALIB S.A.